

CANTILEVER TYPE PROBE, SCANNING TYPE TUNNEL MICROSCOPE USING THE PROBE, PRECISE POSITIONING APPARATUS AND INFORMATION PROCESSING APPARATUS

Publication number: JP4115103

Publication date: 1992-04-16

Inventor: SHINJO KATSUHIKO; KAWASE TOSHIMITSU; NOSE HIROYASU; KURODA AKIRA; YAGI TAKAYUKI

Applicant: CANON KK

Classification:

- **international:** G01B7/34; G01N13/12; G01N37/00; G11B9/00; G11B9/14; G11C7/00; H01J37/28; G01B7/34; G01N13/10; G01N37/00; G11B9/00; G11C7/00; H01J37/28; (IPC1-7): G01B7/34; G11B9/00; G11C7/00; H01J37/28

- **European:**

Application number: JP19900233175 19900905

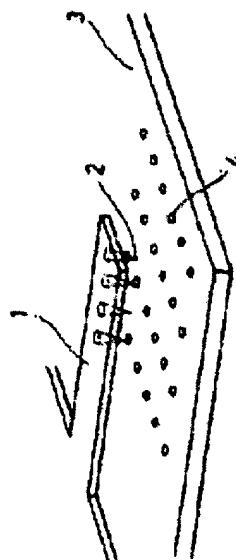
Priority number(s): JP19900233175 19900905

[Report a data error here](#)

Abstract of JP4115103

PURPOSE: To make it possible to manufacture a highly operable and reliable scanning type tunnel microscope (STM) and precise positioning apparatus by providing a plurality of probes on a drivable cantilever.

CONSTITUTION: In an STM, a plurality of tunnel-current detecting probes are manufactured on a cantilever 1. Therefore, even if the first probe 2 is broken, observation can be continued without stopping the operation only by switching the probe to the second, the third... probes. This is also true in a precise positioning apparatus. In an information processing apparatus, the range which can be covered with one cantilever 1 is made large, and the number of the cantilevers 1 is decreased. Thus, the yield rate and the operability is manufacturing the apparatuses can be improved.



⑫ 公開特許公報 (A) 平4-115103

⑬ Int. Cl. 5

G 01 B 7/34
 G 11 B 9/00
 G 11 C 7/00
 H 01 J 37/28

識別記号

3 2 1

府内整理番号

Z 9106-2F
 9075-5D
 7131-5L
 Z 9069-5E

⑭ 公開 平成4年(1992)4月16日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全8頁)

⑮ 発明の名称 カンチレバー型プローブ及び該プローブを用いた走査型トンネル顕微鏡、精密位置決め装置、情報処理装置

⑯ 特 願 平2-233175

⑯ 出 願 平2(1990)9月5日

⑯ 発明者 新 庄 克 彦	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑯ 発明者 川瀬 俊 光	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑯ 発明者 能瀬 博 康	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑯ 発明者 黒 田 亮	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑯ 発明者 八 木 隆 行	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑯ 出願人 キヤノン株式会社	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
⑯ 代理人 弁理士 豊田 善雄	外1名	

明細書

1. 発明の名称

カンチレバー型プローブ及び該プローブを用いた走査型トンネル顕微鏡、精密位置決め装置、情報処理装置

2. 特許請求の範囲

- (1) カンチレバー上に複数のプローブを有することを特徴とするカンチレバー型プローブ。
- (2) 請求項(1)記載のカンチレバー型プローブを用いたことを特徴とする走査型トンネル顕微鏡。
- (3) 請求項(1)記載のカンチレバー型プローブを用いたことを特徴とする精密位置決め装置。
- (4) 請求項(1)記載のカンチレバー型プローブを用いたことを特徴とする情報処理装置。
- (5) 請求項(4)記載の情報処理装置において、電気メモリー効果を有する媒体を用いたことを特徴とする情報処理装置。
- (6) 請求項(4)記載の情報処理装置において、電気メモリー効果を有する媒体を用いたことを特徴とする情報処理装置。

て、電気メモリー効果を有する媒体として非導電性薄膜を用いたことを特徴とする情報処理装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は、走査型トンネル顕微鏡及びそれを応用した大容量・高密度の記録／再生／消去装置を含む情報処理装置、精密位置決め装置に関するものである。

【従来の技術】

近年、記録再生装置におけるデータの記録容量は年々大きくなる傾向があり、記録単位の大きさは小さく記録密度は高くなっている。例えば光記録によるディジタル・オーディオ・ディスクにおいては記録単位の大きさは $1 \mu\text{m}^2$ 程度にまで及んでいる。その背景には、メモリ材料開発の活発化があり、有機色素・フォトポリマーなどの有機薄膜を用いた安価で高密度な記録媒体が登場してきている。

一方、最近、導体の表面原子の電子構造を直接観察できる走査型トンネル顕微鏡（以後STMと

略す) が開発され [G. Binnig et al., Helvetica Physica Acta, 55, 726 (1982)]、単結晶、非晶質を問わず実空間像の高い分解能の測定ができるようになり、しかも媒体に電流による損傷を与えるずに低電力で観測できる利点をも有し、さらに大気中でも動作し種々の材料に対して用いることができるため広範囲な応用が期待されている。

STMは金属の探針(プローブ電極)と導電性物質の間に電圧を加えて1nm程度の距離まで近づけるとトンネル電流が流れることを利用してい る。この電流は両者の距離変化に非常に敏感であり、電流もしくは両者の平均的な距離を一定に保つように探針を走査することにより実空間の表面情報を得ることができる。この際、面内方向の分解能は1Å程度である。

このSTMの原理を応用すれば十分に原子オーダー(数Å)での高密度記録再生を行うことが可能である。この際の記録再生方法としては、粒子

線(電子線、イオン線)或いはX線等の高エネルギー電磁波及び可視・紫外線等のエネルギー線を用いて適当な記録層の表面状態を変化させて記録を行い、STMで再生する方法や、記録層として電圧電流のスイッチング特性に対してメモリ効果をもつ材料、例えばπ電子系有機化合物やカルコゲン化物類の薄膜層を用いて、記録・再生をSTMを用いて行う方法等が提案されている。

このSTM操作、或はSTM応用の記録再生を行う場合、プローブと記録媒体との距離を10Åオーダーで制御すること、及び記録再生において記録媒体上に2次元に配列した情報を記録再生するため、プローブの2次元走査を数10Åオーダーで制御することの2点が重要である。さらに、記録・再生システムの機能向上、特に高速化の観点から多数のプローブを同時に駆動すること(プローブのマルチ化)が提案されている。つまり、多数のプローブが配置された面積内で上記の精度でプローブと記録媒体の相対位置を3次元的に制御しなければならない。

従来、この制御には、プローブ側あるいは媒体側に取りつけた積層型圧電素子、円筒型圧電素子等を用いている。しかし、これらの素子は、変位量は大きくとれるものの、集積化には適しておらず、マルチプローブ型の記録再生装置に使用するのは不利である。この観点から、プローブを、長さ数100μm程度のカンチレバー(片持ち梁)上に取りつけ、このカンチレバーを圧電体で駆動する方法が考えられている。

[発明が解決しようとする課題]

しかしながら、上記従来例では、STMにおいては、観察するサンプルによって、カンチレバー上のプローブが破損する確率が高く、破損した場合、一旦実験を停止し、カンチレバー全体を交換しなければならず、操作性の点で難点があった。また、STMを応用した精密位置決め装置についても同様である。さらに、情報処理装置においては、情報の記録再生のためのプローブ1個に対し、一本のカンチレバーを使用しているので大容量の情報処理装置を作製するには、非常に多数の

カンチレバーを作製しなければならず、歩留まりの点で問題があった。さらに、1本のカンチレバーでカバーできる範囲は小さく、カンチレバーが設けられたステージあるいは記録媒体が設けられたステージを別の駆動系で精密制御する必要があり、システムの構成が複雑になってしまふ等の問題があった。

[課題を解決するための手段及び作用]

上記問題点は、カンチレバー上に複数のプローブを有することを特徴とするカンチレバー型プローブを作製することによって解決される。すなわち、STMにおいては、トンネル電流検出プローブを、カンチレバー上に複数作製することで、第1のプローブが破損した際にも、第2、第3…のプローブに切り換えるだけで、操作を停止させることなく観察をつづけることができる。精密位置決め装置についても同様である。また、情報処理装置においては、1本のカンチレバーでカバーできる範囲を大きくするとともに、カンチレバーの本数を減少させることにより、装置作製上

での歩留まり、操作性を向上させることができ

る。」

第1図に情報処理装置の概念図を示す。カンチレバー1上に、情報の記録或は再生用プローブ2を複数個設け、該カンチレバー1を駆動することにより、複数個のプローブ2によって、記録媒体3上の記録ビット列4を並列に記録・再生してゆく。

情報処理方法としては、記録媒体3の表面あるいは内部に、2次元的に配列された記録ビットを3次元的に可動できるプローブで記録・再生する方法であればどのような方法でもよく、トンネル電流によるもの(STM)、原子間力によるもの(AFM)、磁気力によるもの(MFM)等手段を問わない。

【実施例】

以下、本発明を、実施例を用いて詳細に説明する。

実施例1

第2図に、実施例1の基本構成図を示す。除振

$\text{SiH}_2\text{Cl}_2 : \text{NH}_3$ (1:9) であり、基板温度は800°Cであった。次に、フォトリソグラフィー、 CF_4 、ドライエッティングにより、 Si_3N_4 を所望の形状にバターニングした。続いて、 Cr 0.01 μm 、 Au 0.09 μm 成膜し、フォトリソグラフィーおよびウエットエッティングによりバターニングした。次に、スパッタ法で AlN を0.3 μm 成膜した。ターゲットは Al を用い、 $\text{Ar} + \text{N}_2$ 雰囲気でスパッタした。さらに、フォトリソグラフィーと Al 用エッティング液によるウエットエッティングでバターニングした。その後上記の工程をくり返し、結局 Si 基板10-Au/Cr-AlN-Au/Cr-AlN-Au/Crのバイモルフ構造を形成した。さらに、保護層として、アモルファス SiN を0.15 μm CVD法により成膜した。

続いて、プローブ用電極として Au を0.1 μm 蒸着し、さらにタンクステンプローブを蒸着法で作製した。その後 KOH による Si の異方性エッティングにより、 Si_3N_4 がついていない部

ステージ5の上にメインフレーム6が設置されており、該メインフレーム6の上部には、カンチレバーが複数個設けられたプローブ板7が固定されている。また、記録媒体3が上面に作成されている媒体ステージ8は、2次元粗動を行なうための積層圧電体9を介して、メインフレーム6に接続されている。ここで、メインフレーム6は約1.5 cm角、プローブ板7と記録媒体3は約4 μm の間隔で対向している。

第3図にプローブ板7の平面図を示す。12 mm × 12 mm、厚さ0.5 mmの Si (100)基板10上に後述の工程によって作製されたカンチレバー1が16本×5本計80本設けられており、各カンチレバー1上に5本ずつ情報の記録・検出用プローブ2が作製されている。カンチレバーの寸法は50 μm × 1 mmである。

次に、カンチレバー1の作製工程を述べる。まず、 Si (100)基板10(厚さ0.5 mm)上に、CVD法により Si_3N_4 膜を0.15 μm の厚さに成膜した。使用した原料ガスは、

分を除去し、カンチレバー1を作製した。第4図に上記工程により作製したカンチレバー1の断面図を、第5図に第4図中'A-A'の断面図を示す。

10は Si 基板、11は Si_3N_4 、12～20は圧電体の駆動用電極、21、22は圧電体(A&N)、23はアモルファス SiN 、24はプローブ用電極、25はタンクステンプローブである。ここで、駆動用電極12～20が、カンチレバー1の長手方向で分割されているのは、カンチレバー1が第6図のように変位して、各プローブと記録媒体3との相対速度が同じになるようするためである。つまり、電極部 α と δ にE \downarrow なる電界が印加される時に、電極部 β と γ には-E \downarrow なる電界が印加されればよい。尚、本実施例のような中心線に対称に2組のバイモルフ構造を有す構成を以下、単にバイモルフ構造とよぶ。

記録媒体3は、ガラス基板上に Au を蒸着し、さらにその上部にポリイミドLB膜を4層(約15 Å)成膜したものを用いた。

上述の構成において、プローブ2と、記録媒体3の下地のAu電極との間に、第11図に示すパルスを印加することにより、記録媒体3の抵抗率が2ケタ程度変化し、この状態が保持されることによって、情報を記録することができた。尚、その領域の大きさは約100Å×100Åと非常に小さく、超高密度の情報の記録を行うことができた。統いて、記録の時と同一のプローブを用いて、該プローブと上記Au電極との間に0.1Vのバイアス電圧を印加し、プローブ-電極間のトンネル電流の変化を読みとることにより、記録媒体3上で、抵抗率の異なる部分を検出することができ、同一プローブで情報の記録・検出を行なえることが確認できた。

実施例2

実施例2を第7図を用いて説明する。まず、カンチレバー1および記録媒体3を実施例1と同様の工程により作製した。ここで実施例1と異なる点はカンチレバー1の26部のみならず、27部もバイモルフ構造を有する点である。また、ブ

ローブ28、29は、記録媒体3と、カンチレバー1の間隔を制御するための制御用プローブとして用い、プローブ30～32を情報の記録、あるいは検出用プローブとして用いる。すなわち、カンチレバー1の26部のバイモルフ構造によつて駆動するのは実施例1と同様であるが、本実施例においては、プローブ28および29と、下地電極34との間のトンネル電流を一定に保つように、バイモルフ構造部27にフィードバックをかけ、常に記録・検出用プローブ30～32と記録媒体3との間隙を一定に保つことができるようとした。この方式により媒体を設けた基板35に数μm程度の凹凸、うねりがある場合でも、情報の記録および検出が安定して行えるようになった。

実施例3

第8図に本実施例に用いたカンチレバー1の形態図を示す。カンチレバー1の寸法は3mm×50μmであり、該カンチレバー1のうちバイモルフ構造部26の長さは1mmである。この形態で図中x、y軸方向の可能変位置はそれぞれ0.

5μm、3μm程度である。該カンチレバー1上にはプローブ2が2次元的に配列されている。プローブ2間隔は約10μmで、3個×10個計30個のプローブ2を作製した。また、カンチレバー1の先端には、アドレス情報検出用プローブ36が設けられている。次に該カンチレバー1に対応する記録媒体3上の記録ビット列を第9図に示す。アドレス情報ビット列37は0.5μm×3μmの領域に40×300個作製されており、情報の記録・検出用のプローブ2の1個に対応する記録ビット列38も、同じ0.5μm×3μmの領域に40×300個ずつである。ここで、プローブ36により、所望のアドレスにカンチレバー1をセットすることにより、30個のプローブ2を同時に記録媒体3にアクセスすることができる。実施例1、2においては、プローブ2は情報の記録あるいは検出にのみ用いていたが、情報の消去にも用いることができる。つまり、プローブ2と記録媒体3の下地電極との間に第12図に示すパルスを印加することにより、記録されてい

た情報を消去することができる。以上のことにより、カンチレバー1を駆動することによって、外部の駆動系による大きな変位置の駆動を行うことなしに、所望の位置の記録情報の書き換えを行えることを確認し、プローブ1個をカンチレバー1上に設置して書き換えを行う場合に比べて、約2ケタ所要時間が短縮できた。尚、第9図において、ビット列37、38の存在しない部分には、外部の駆動系によりアクセスできることはいうまでもない。

実施例4

第10図に示すように、カンチレバー1の先端部に、2本のプローブ39、40を設けた。ここでカンチレバー1はバイモルフ構造を有し、3次元的に変位可能である。従つて、図に示すようなねじれた変位も可能であり、プローブ39と40のどちらか一方のみを使用することができる。つまり、1個のプローブが使用中に破損した場合、他方を使用するように切り換えることが可能である。上記方法で作製したSTMにおいて、はじめ

プローブ39を用いて表面観察を行ない、その後、プローブ40に切り換えて表面観察を行なつたところ、位置制御、トンネル電流検出とともに良好に動作した。

〔発明の効果〕

以上説明したように、駆動可能なカンチレバー上に複数のプローブを設置することにより、操作性、信頼性の高いSTMおよび精密位置決め装置が作製できる。また、情報処理装置においては、一本のカンチレバーのカバーできる領域を大きくすることができ、カンチレバーの本数が少なくなるので、歩留まりが向上するとともに、一本のカンチレバーの寸法が大きいので変位置が大きくされ、位置制御の可能な範囲が拡大される。また、一本のカンチレバー上の複数のプローブで並列に情報の記録・再生が行えるので、カンチレバーの駆動周波数を下げることができ、外振動ノイズに対して強い装置となる。

さらに、複数のプローブの持つ役割を選択できるので、より安定性、操作性の高い情報処理装置

を作製することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図…本発明の概念図

第2図…実施例1の基本構成図

第3図…プローブ板の平面図

第4図…カンチレバーの断面図

第5図…第4図A-A'による断面図

第6図…カンチレバーの変位のモードを示す図

第7図…実施例2におけるカンチレバーと記録媒体との関係を示す図

第8図…実施例3のカンチレバーの形態図

第9図…実施例3の記録媒体上の記録ビット列を示した図

第10図…実施例4のカンチレバーの形態図

第11図…情報の記録時に印加するパルス

第12図…情報の消去時に印加するパルス

1…カンチレバー 23…アモルファスSiN

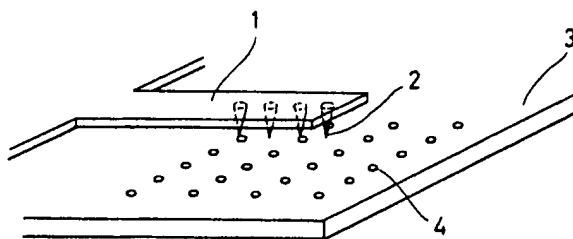
2…プローブ 24…プローブ用電極

3…記録媒体 25…タンクステンプローブ

4…記録ビット列 26, 27…バイモルフ構造部

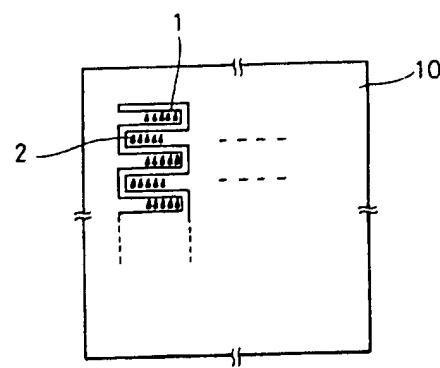
5…除振ステージ	28, 29…制御用プローブ
6…メインフレーム	30~32…書き込み、読み出し用プローブ
7…プローブ板	34…下地電極
8…媒体ステージ	35…基板
9…積層圧電体	36…アドレス情報検出用プローブ
10…Si基板	37…アドレス情報ビット列
11…Si, N _x	38…記録ビット列
12~20…駆動用電極	39, 40…プローブ
21, 22…圧電体	

第1図

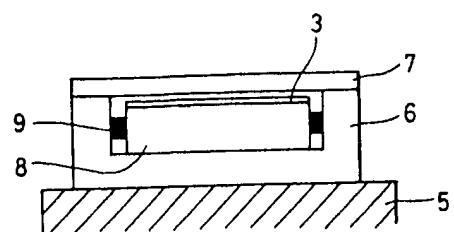


出願人 キヤノン株式会社
代理人 豊田善雄
〃 渡辺敬介

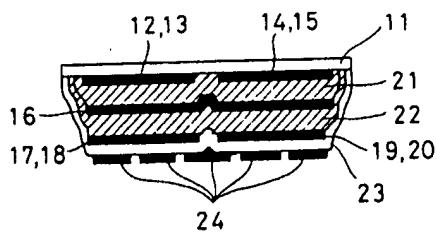
第3図



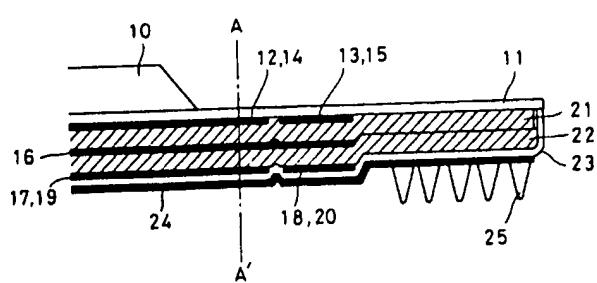
第2図



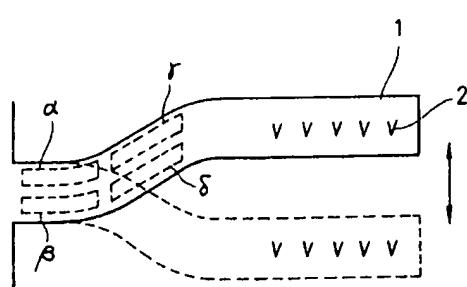
第5図



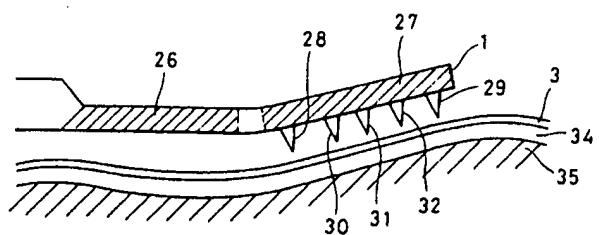
第4図



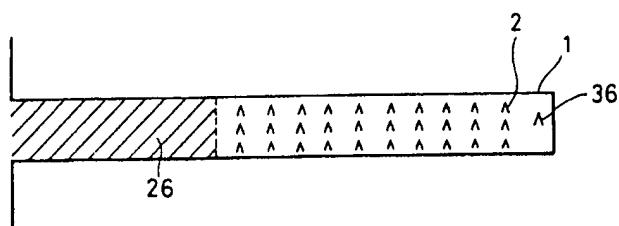
第6図



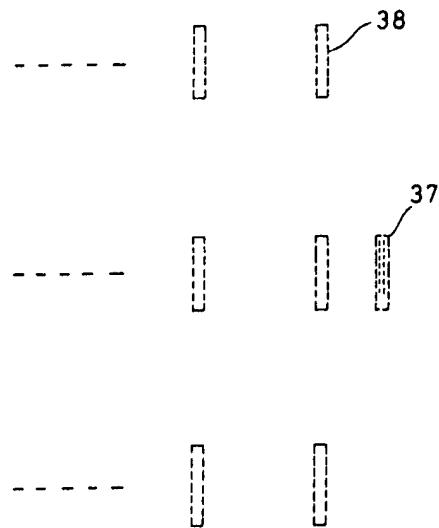
第7図



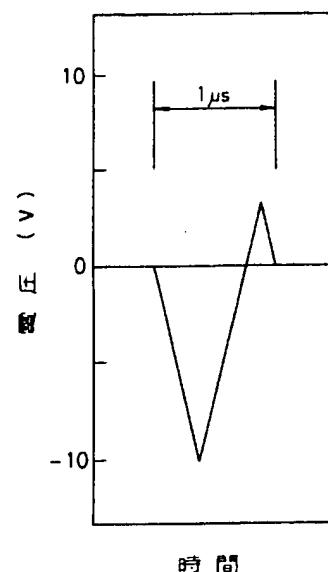
第8図



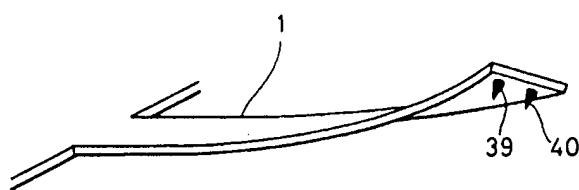
第9図



第11図



第10図



第12図

